

(2) Japanese Patent Application Laid-Open No. 3-249722 (1991)

“Optical Beam Scanner”

The following is the translation of [Scope of the Invention] on the front page:

5           An optical beam scanner for condensing a light beam emitted from a light source only in a rotational axis direction of a rotating polygon mirror to form an image on a reflective surface of said rotating polygon mirror, whereby an objective surface is scanned through a scanning lens and an anamorphic lens using the light beam deflected by said rotating polygon mirror,

10           wherein one surface of said amorphic lens satisfies the following expression:

$$Z = \frac{c_x \cdot X^2 + c_y \cdot Y^2}{1 + \sqrt{1 - c_x^2 \cdot X^2 - c_y^2 \cdot Y^2}}$$

where X, Y and Z constitute a three-dimensional orthogonal coordinate system having an origin which corresponds to an intersection of said one surface of said amorphic lens and an  
15   optical axis,

a Z-axis represents an optical axis,

a Y-axis is a vertical axis relative to an optical axis in a scanning plane including an optical axis direction and a scanning direction,

an X-axis is a vertical axis relative to said scanning plane,

20    $c_y$  is a reciprocal of a radius of curvature  $r_y$  of said one surface in a scanning plane including an optical axis direction and a scanning direction,

$c_x$  is a reciprocal of a radius of curvature  $r_x$  of said one surface in a plane including an optical axis and perpendicular to said scanning plane,

wherein said radius of curvature  $r_y$  and said radius of curvature  $r_x$  have opposite

signs, and

wherein another surface of said amorphous lens is a cylindrical surface curved in said scanning plane.

(2)

⑩ 日本国特許庁(JP)

⑪ 特許出願公開

⑫ 公開特許公報(A)

平3-249722

⑬ Int. Cl.

G 02 B 26/10  
3/06  
13/00  
13/18

識別記号

1 0 3

庁内整理番号

8507-2K  
7036-2K  
8106-2K  
8106-2K

⑭ 公開 平成3年(1991)11月7日

審査請求 未請求 請求項の数 1 (全16頁)

⑮ 発明の名称 光ビーム走査装置

⑯ 特 願 平2-49916

⑰ 出 願 平2(1990)2月28日

⑱ 発 明 者 川 端 元 順

京都府京都市上京区堀川通寺之内上る4丁目天神北町1番  
地の1 大日本スクリーン製造株式会社内⑲ 出 願 人 大日本スクリーン製造  
株式会社京都府京都市上京区堀川通寺之内上る4丁目天神北町1番  
地の1

⑳ 代 理 人 弁理士 吉田 茂明

外2名

## 明 細 書

## 1. 発明の名称

光ビーム走査装置

## 2. 特許請求の範囲

(1) 光源からの光ビームを回転多面鏡の回転軸方向にのみ集光させてその反射面上で結像させ、その回転多面鏡によって反射偏向された光ビームにより走査レンズおよびアナモルフィックレンズを介して被走査面を走査する光ビーム走査装置であって、

前記アナモルフィックレンズの一方面は、次式

$$Z = \frac{c_x \cdot X^2 + c_y \cdot Y^2}{1 + \sqrt{1 - c_x^2 \cdot X^2 - c_y^2 \cdot Y^2}}$$

ただし、X、Y、Zは原点を前記アナモルフィックレンズの一方面と光軸とが交差する点とした3次元直交座標系を構成し、Z軸は光軸を示し、Y軸は光軸方向と走査方向とを含む走査面内における光軸に垂直な軸を示し、X軸は前記走査面に垂直な軸を示し、また

$c_y$  … 光軸方向と走査方向とを含む走査面内における前記一方面の曲率半径  $r_y$  の逆数、

$c_x$  … 光軸を含み前記走査面に対し垂直な面内における前記一方面の曲率半径  $r_x$  の逆数、

で表され、しかも前記曲率半径  $r_y$  と前記曲率半径  $r_x$  とが相互に異符号である一方、前記アナモルフィックレンズの他方面が前記走査面で曲成されたシリンドリカル面であることを特徴とする光ビーム走査装置。

## 3. 発明の詳細な説明

(産業上の利用分野)

この発明は、光源からの光ビームを回転多面鏡で反射し、走査レンズを介して、被走査面を光走査する光ビーム走査装置、特に面倒れ補正機能を有し、かつ像面湾曲なく光ビームを被走査面上に結像することができる光ビーム走査装置に関する。

(従来の技術とその課題)

この種の光ビーム走査装置では、第17図(b)に示すように、光源(図示省略)からの光ビーム

Lが矢印方向Aに回転する回転多面鏡1の鏡面1aにより反射され、さらにその反射光ビーム $L_2$ が走査レンズ(例えば、 $f \cdot \theta$ レンズ)2を介して被走査面3に結像される。こうして、被走査面3に結像された光スポットSPは回転多面鏡1の回転速度に応じた所定の速度で走査方向yに沿って移動する。

ところで、この種の光ビーム走査装置では、回転多面鏡1の鏡面1aの面倒れを考慮する必要がある。すなわち、回転多面鏡1の鏡面1aは、本来、その回転軸と完全に平行となるように製造される必要があるが、製作精度には一定の限界があり、同図(a)に示すように、各鏡面1aがそれぞれ回転多面鏡1の回転軸に対してわずかながら傾斜し、その傾斜角度にばらつきがある。そのため、光スポットSPは走査面(yz平面)に対して垂直な方向xに沿って鏡面1aの傾き角度 $\phi$ に相当する量 $\Delta$ だけずれる。したがって、光スポットSPを走査方向yに走査しながら被走査面3を方向xに送って所望の画像を記録する光ビーム走

査装置において、上記面倒れがあると、方向xにビッチむらが生じて、画像品質が低下する。

そこで、この問題を解決するために、従来より回転多面鏡1の鏡面1aと被走査面3とが、走査面に対して垂直な方向において光学的に共役となるように、光学系が設計されている。具体的には、第18図(a)、(b)に示すように、走査レンズ2と被走査面3との間に方向xにのみ屈折力を有するシリンдриカルレンズ4が配設される。また、光源(図示省略)と回転多面鏡1との間に第1結像光学系5が配設される。この第1結像光学系5は、同図(b)、(c)に示すように、第1結像光学系5から出射される光ビーム $L_1$ がyz平面で平行光になり、xz平面で回転多面鏡1の鏡面1aに集光する集束光となるように構成されている。

(注：光軸の方向が光学系の途中で変化しても、光軸を常にZ方向とみなしている)。このように光学系を構成することによって、方向xについて、回転多面鏡1の鏡面1aが被走査面3と光学的に共役となり、面倒れが補正される。

このように光ビーム走査装置の光学系を構成した場合には、面倒れの問題は解決されるが、以下の問題が生じる。すなわち、像面が湾曲して、結像位置が被走査面3から光軸方向zにずれ、特にそのずれ量が焦点深度dの範囲から外れると、光スポットSPの大きさが変化する。

そこで、この問題を解決するために、従来より2種類の方法が提案されている。

(1) そのうちのひとつとして、特開昭58-200214号公報や特開昭58-179813号公報に記載されたものがある。これらに開示された技術によれば、第19図(b)に示すように、シリンдриカルレンズ6を、その光軸OAから両端部に進むにしたがい被走査面3に近づくように湾曲成形することによって、像面湾曲を補正せんとするものである。

しかしながら、シリンдриカルレンズ6を同図に示すように成形した場合には、このシリンдриカルレンズ6全体を被走査面3から遠ざけるにしたがってシリンдриカルレンズ6の湾曲のみによ

って像面湾曲の補正を行うことが困難となり、結像性能の悪化を招くおそれがある。そのため、このシリンдриカルレンズ6は被走査面3近傍に配置する必要がある。その結果、シリンдриカルレンズ6の長さは、有効走査幅と同程度の寸法に仕上げなければならない。有効走査幅の大きい光ビーム走査装置では、シリンдриカルレンズ6自体が長尺となり、その製作が困難になってくる。また、シリンдриカルレンズ6を被走査面3近傍に配置した場合には、このシリンдриカルレンズ6を通過する光ビーム $L_3$ のビーム径が小さくなり、ゴミ付着等により結像性能が悪化するといった問題も生じやすくなる。

(2) もうひとつの方法として、特開昭62-265615号公報、特開昭61-275814号公報や特開昭60-133416号公報に記載されたものがある。これらに開示された技術は、シリンдриカルレンズの走査面(yz平面)に対して垂直な方向(上記方向xに相当する)の屈折力を、光軸からレンズ両端に進むにしたがって小さ

くすることにより、像面湾曲を補正する方法である。例えば、第20図に示すように、シリンドリカルレンズ7の方向x(x-z平面に平行な面内)の曲率半径が光軸OAからレンズ両端に進むにしたがって大きくなるように仕上げて、方向xの屈折力を上記のように変化させるものがある。

このようなレンズ設計は理論的には可能であるが、その設計によって求められるレンズの形状を示す式は複雑なものとなり、その式にしたがってレンズ加工することが困難な場合がある。

#### (発明の目的)

この発明は、上記課題を解消するためになされたもので、面倒れ補正機能を有し、また像面湾曲なく光ビームを被走査面上に結像することができ、しかも被走査面に最も近いレンズを小型化することができる光ビーム走査装置を提供することを目指す。

#### (目的を達成するための手段)

この発明は、光源からの光ビームを回転多面鏡の回転軸方向にのみ集光させてその反射面上で結

像することにより、像面湾曲を補正する方法である。例えば、第20図に示すように、シリンドリカルレンズ7の方向x(x-z平面に平行な面内)の曲率半径が光軸OAからレンズ両端に進むにしたがって大きくなるように仕上げて、方向xの屈折力を上記のように変化させるものがある。

#### (作用)

この発明によれば、光源からの光ビームが回転多面鏡の回転軸方向にのみ集光されてその反射面上で結像される一方、その回転多面鏡によって反射偏向された光ビームが、走査レンズおよびアナモルフィックレンズを介して被走査面を走査する。したがって、回転多面鏡の反射面と被走査面とが走査面に垂直な方向(回転多面鏡の回転軸方向)に対して光学的に共役となり、面倒れが補正される。

また、アナモルフィックレンズの一方面は、次式

$$Z = \frac{c_x \cdot X^2 + c_y \cdot Y^2}{1 + \sqrt{1 - c_x^2 \cdot X^2 - c_y^2 \cdot Y^2}}$$

像させ、その回転多面鏡によって反射偏向された光ビームにより、走査レンズおよびアナモルフィックレンズを介して被走査面を走査する光ビーム走査装置であって、上記目的を達成するために、前記アナモルフィックレンズの一方面は、次式

$$Z = \frac{c_x \cdot X^2 + c_y \cdot Y^2}{1 + \sqrt{1 - c_x^2 \cdot X^2 - c_y^2 \cdot Y^2}}$$

ただし、X、Y、Zは原点を前記アナモルフィックレンズの一方面と光軸とが交差する点とした3次元直交座標系を構成し、Z軸は光軸を示し、Y軸は光軸方向と走査方向とを含む走査面内における光軸に垂直な軸を示し、X軸は前記走査面に垂直な軸を示し、また

$c_y$  … 光軸方向と走査方向とを含む走査面内における前記一方面の曲率半径  $r_y$  の逆数、

$c_x$  … 光軸を含み前記走査面に対し垂直な面内における前記一方面の曲率半径  $r_x$  の逆数

で表され、しかも曲率半径の符号を、光ビームの

で表され、しかも曲率半径  $r_y$  と曲率半径  $r_x$  とが相互に異符号である一方、アナモルフィックレンズの他方面が走査面内で曲成されたシリンドリカル面に仕上げられている。これにより、アナモルフィックレンズの一方面における光軸方向と走査方向とに対して垂直な方向の曲率半径が、光軸からレンズ両端(走査方向)に進むにしたがって大きくなる。言い換えれば、アナモルフィックレンズの一方面における同方向の屈折力が、光軸からレンズ両端に進むにしたがって小さくなる結果、像面湾曲が補正される。

さらに、アナモルフィックレンズは上記のように仕上げられており、コマ収差や像面湾曲が小さいので、アナモルフィックレンズを被走査面から比較的離れた位置に配置することができ、アナモルフィックレンズが小型となる。

#### (実施例)

##### A. 光ビーム走査装置の構成

第1図はこの発明にかかる光ビーム走査装置の1実施例を示す図である。同図に示すように、こ

の光ビーム走査装置では、図示を省略した光源からの光ビームが第1結像光学系5を介して矢印方向Aに回転する回転多面鏡1に入射される。

この第1結像光学系5は、第1図(b), (c)に示すように、それを通過した光ビーム $L_1$ がyz平面で平行光になり、xz平面で回転多面鏡1の鏡面1aに集光する集束光となるように構成されている。

また、回転多面鏡1と被走査面3との間には、走査レンズ2とアナモルフィックレンズ10が回転多面鏡1側からこの順で配設されている。このため、回転多面鏡1の鏡面1aにより反射された反射光ビーム $L_2$ は走査レンズ2およびアナモルフィックレンズ10を介して被走査面3に結像される。

#### B. 光学系の構成

次に、上記のように構成された光ビーム走査装置の光学系の構成について説明する。なお、ここでは、以下に詳説するように、第1結像光学系5を2群3枚構成とし、走査レンズ2を3群4枚構成

している。一方、第2B図からわかるように、第1レンズ51の面51aの曲率半径 $r_{x1}$ および面51bの曲率半径 $r_{x2}$ がそれぞれ所定値をとるように仕上げられている。ただし、面51bは非球面、すなわち光軸OAから方向Xに行くにしたがって曲率半径が連続的に変化するように仕上げられている。

また、第2と第3レンズ52, 53は相互に貼り合わされて、貼り合わせレンズ群54が形成されている。このように、第1結像光学系5は2群3枚構成であり、その第1結像光学系5を通過した光ビーム $L_1$ はyz平面で平行光になり、xz平面で回転多面鏡1の鏡面1aに集光する集束光となるように整形された後、回転多面鏡1の鏡面1aに入射される。

光ビーム $L_1$ は回転多面鏡1の鏡面1aで反射され、その反射光ビーム $L_2$ が走査レンズ2に入射される。この走査レンズ2は、第4ないし第7レンズ24, 25, 26, 27による3群4枚構成であり、第2A図および第2B図に示すように、

成としているが、これらに限定されるものではない。

第2A図はyz平面での光学系の構成を示す図であり、第2B図はxz平面での光学系の構成を示す図である。なお、以下の説明の便宜から、光軸OA中心でのyz平面内の曲率半径を半径 $r_y$ とし、xz平面内のそれを半径 $r_x$ とする。また、光源LS(第2A図および第2B図)から数えてi番目( $i=1\sim 15$ )のレンズ面(あるいは鏡面)の曲率半径 $r_x, r_y$ をそれぞれ $r_{x1}, r_{y1}$ とする。

両図に示すように、第1結像光学系5では、光源LS側から回転多面鏡1側へ第1ないし第3レンズ51~53がこの順で配置されている。これらのレンズ51~53のうち、第1レンズ51は方向x(x-z平面内)にのみ屈折力を有するシリンドリカルレンズであり、第2A図からわかるように光源側に向いた面51aの曲率半径 $r_{y1}$ および回転多面鏡1を向いた面51bの曲率半径 $r_{y2}$ はともに無限大、すなわち平面に仕上げられて

回転多面鏡1の鏡面1a側から被走査面3側へこの順序に配列されている。

第4レンズ24, 第7レンズ27はともに凸メニスカスレンズであり、第4レンズ24および第7レンズ27は凹面を鏡面1a側に向けて配置されている。

また、第5レンズ25は両凹レンズであり、第6レンズ26は両凸レンズである。そして、これら第5, 第6レンズ25, 26が貼り合わされて、貼り合わせレンズ群28が形成されている。

次に入射するアナモルフィックレンズ10は、走査レンズ2に向いた面10aが次式によって表される面に仕上げられている。

$$Z = \frac{c_x \cdot X^2 + c_y \cdot Y^2}{1 + \sqrt{1 - c_x^2 \cdot X^2 - c_y^2 \cdot Y^2}} \quad \dots (1)$$

ただし、X, Y, Zは原点を前記アナモルフィックレンズの一方面と光軸とが交差する点とした3次元直交座標系を構成し、Z軸は光軸を示し、Y

軸は光軸方向と走査方向とを含む走査面内における光軸に垂直な軸を示し、X軸は前記走査面に垂直な軸を示し、また

$c_y$  ... 光軸方向  $z$  と走査方向  $y$  とを含む走査面（すなわち  $yz$  平面）内における面  $10a$  の曲率半径  $r_{y14}$  の逆数、

$c_x$  ... 光軸  $OA$  を含み走査面（すなわち  $yz$  平面）に対し垂直な面（すなわち  $xz$  平面）内における面  $10a$  の曲率半径  $r_{x14}$  の逆数

である。

また、アナモルフィックレンズ10の被走査面3に向いた面10bはYZ面内でのみ曲率を有するシリンドリカル面に仕上げられている。

しかも、アナモルフィックレンズ10では、第2A図および第2B図からわかるように、曲率半径の符号を、光ビームが進む方向に対して凸となる場合を正、凹となる場合を負とした時、曲率半径  $r_{x14}$ 、 $r_{y14}$  が相互に異符号となるように仕上げられている。その理由は、像面湾曲の補正を

示すようにアナモルフィックレンズ10では、中央部分のエッジ厚み  $t_0$  が最も薄く、レンズ両端（方向  $y$ ）に行くにしたがって徐々に厚み  $t$  が增大するように仕上げられている。このため、両図の比較から容易に理解できるように、アナモルフィックレンズ10の方向  $x$  の曲率半径は光軸  $OA$  からレンズ両端（方向  $y$ ）に行くにしたがって大きくなり、言い換えれば方向  $x$  の屈折力が光軸  $OA$  からレンズ両端に行くにしたがって徐々に小さくなっている。

また、第3B図と第3D図に基づいて、上記と同様にして考えると、第3B図に示すアナモルフィックレンズ10'では、方向  $x$  の曲率半径は光軸  $OA$  からレンズ両端（方向  $y$ ）に行くにしたがって小さくなり、逆に方向  $x$  の屈折力は光軸  $OA$  からレンズ両端に行くにしたがって大きくなっている。

したがって、像面湾曲を補正するためには、アナモルフィックレンズ10は、第3A図の状態にあることが要求され、したがってその一方が

行うためにアナモルフィックレンズ10の方向  $x$ （ $x-z$  平面に平行な面内）の屈折力を光軸  $OA$  からレンズ両端（方向  $y$ ）に行くにしたがって小さくなるように設計する必要からである。

さらに、その理由を、第3A図ないし第3D図を参照しつつ、より詳細に説明する。第3A図は第2A図に対応するアナモルフィックレンズ10の外観を示す斜視図である。また、第3B図は曲率半径  $r_{x14}$ 、 $r_{y14}$  がともに同符号である場合のアナモルフィックレンズ10'の構成を示す斜視図である。さらに、参考のために、 $x$  方向、 $y$  方向の曲率半径が相互に異符号で、YZ面内で湾曲されたシリンドリカルレンズを第3C図に、またそれらがともに同符号で、YZ面内で湾曲されたシリンドリカルレンズを第3D図に示す。

第3C図に示すように、YZ面内で湾曲されたシリンドリカルレンズでは、方向  $x$  の曲率半径は  $y$  方向のどの位置においても常に一定であり、レンズのエッジ部分における厚み  $t$  は方向  $y$  において均一となっている。これに対して、第3A図に

(1) 式にしたがって仕上げられるとともに、他方面がシリンドリカル面10bに仕上げられるだけでは足りず、 $x$  方向、 $y$  方向の曲率半径が相互に異符号であることが必須要素となる。

また、走査面の像面湾曲により走査レンズの特性を損なわないようにするためには、アナモルフィックレンズ10の面10aの走査方向  $y$ （ $y-z$  平面内）の曲率と、シリンドリカル面10bのそれとが同心であることが好ましい。

なお、上記においては、アナモルフィックレンズ10において、走査レンズ2に向いた面10aが(1)式によって表されるように仕上げられる一方、被走査面3に向いた面10bがシリンドリカル面に仕上げられているが、第4図に示すように、逆に仕上げられてもよい。すなわち、走査レンズ2に向いた面10aをシリンドリカル面に仕上げる一方、被走査面3に向いた面10bを(1)式によって表される面に仕上げるようにしてもよく、上記と同様に、面湾曲を補正することができる。

第 1 表

## 第一結 光学系

$r_{x1} = 18.467$	$r_{y1} = \infty$	$d_0 = 8.867$	
$r_{x2} = -4.942$	$r_{y2} = \infty$	$d_1 = 2.58$	$n_1 = 1.49282$
コーニック係数: $k = -0.868$			
$r_{x3} = 918.949$	$r_{y3} = 918.949$	$d_2 = 83.928$	
$r_{x4} = 27.728$	$r_{y4} = 27.728$	$d_3 = 1.5$	$n_2 = 1.60908$
$r_{x5} = -60.864$	$r_{y5} = -60.864$	$d_4 = 4.0$	$n_3 = 1.58251$
		$d_5 = 94.655$	

## 偏向面 (鏡面)

$r_{x6} = \infty$	$r_{y6} = \infty$	$d_6 = 50$
-------------------	-------------------	------------

## 走査レンズ

$r_{x7} = -70.851$	$r_{y7} = -70.851$	$d_7 = 18.074$	$n_4 = 1.82498$
$r_{x8} = -82.581$	$r_{y8} = -82.581$	$d_8 = 7.868$	
$r_{x9} = -83.598$	$r_{y9} = -83.598$	$d_9 = 5.0$	$n_5 = 1.82498$
$r_{x10} = 978.014$	$r_{y10} = 978.014$	$d_{10} = 15.782$	$n_6 = 1.86984$
$r_{x11} = -107.878$	$r_{y11} = -107.878$	$d_{11} = 0.5$	
$r_{x12} = -1245.193$	$r_{y12} = -1245.193$	$d_{12} = 13.019$	$n_7 = 1.82498$
$r_{x13} = -148.872$	$r_{y13} = -148.872$	$d_{13} = 381.597$	

## アナモルフィックレンズ

$r_{x14} = 47.504$	$r_{y14} = -1280.884$	$d_{14} = 5.0$	$n_8 = 1.48577$
$r_{x15} = \infty$	$r_{y15} = -1285.884$	$d_{15} = 115.409$	

なお、第 1 図(a) および第 4 図(a) に示すように、上記のように光ビーム走査装置の光学系を成した場合には、回転多面鏡 1 の鏡面 1 a と被走査面 3 とが回転多面鏡 1 の回転軸方向に対して光学的に共役となる。このために、面倒れが補正される。

## C. 実施例

次に、さらに詳しい第 1 ないし第 4 実施例について説明し、その光学的特性について評価する。

## C-1. 第 1 実施例

この第 1 実施例にかかる光ビーム走査装置は、第 1 図に示すように構成されるとともに、その光学系は第 1 表に示すデータにしたがって構成される。

同表において、 $d_0$  は光源 LS と第 1 番目のレンズ面 5 1 a との距離であり、 $d_1$  は光源 LS 側から数えて  $i$  番目 ( $i = 1 \sim 14$ ) のレンズ面と ( $i + 1$ ) 番目のレンズ面との光軸 OA 上のレンズ面間距離であり、 $d_{15}$  は 15 番目のレンズ面 1 0 b と被走査面 3 との距離である。また、 $n_1 \sim n_8$  はそれぞれ波長 780nm に対する第 1 ないし第 7 レンズ 5 1, 5 2, 5 3, 2 4, 2 5, 2 6, 2 7 およびアナモルフィックレンズ 1 0 の屈折率である。なお、以下に説明する第 2 ないし第 4 実施例においても、同様の符号を用い、その説明については省略する。

また、光源 LS 側から数えて 2 番目のレンズ面、すなわち第 1 レンズ 5 1 の面 5 1 b は非球面であり、次式

$$Z_0 = \frac{c_{x0} \cdot X_0^2}{1 + \sqrt{1 - (1+k) c_{x0}^2 \cdot X_0^2}} \quad \dots (2)$$

ただし、 $X_0$ ,  $Z_0$  は原点を第 1 レンズ 5 1 b と

光軸 OA とが交差する点とした 2 次元直交座標系を構成し、 $Z_0$  軸は光軸を示し、 $X_0$  は光軸方向と走査方向に垂直な軸を示し、また、

$c_{x0}$  ... 光軸 OA を含み走査面 (すなわち  $yz$  平面) に対し垂直な面 (すなわち  $xz$  平面) 内における面 5 1 b の曲率半径  $r_{xz}$  の逆数

$k$  ... コーニック係数 ( $-0.868$ )

となるように仕上げられている。

さらに、この光学系では、光源側開口数は走査方向  $y$  および方向  $x$  とともに "0.1" であり、被走査面側開口数は走査方向  $y$  および方向  $x$  とともに "0.024" であり、走査幅は 350 であり、しかも走査画角 ( $= 2\theta$ ) は  $50^\circ$  である。

第 5 A 図および第 5 B 図はそれぞれ走査方向  $y$ , 方向  $x$  の横収差を示す横収差図である。また、第 6 図は非点収差図であり、同図および以下に説明する第 9 図, 第 12 図, 第 15 図において実線は方向  $x$  の面を示し、破線は走査方向  $y$  の像面を示している。また、第 7 図は  $f\theta$  特性を示す図で



ある。なお、 $f \theta$  特性の評価については、次式に基づいて行う。

$$f \theta \text{ 特性} = \frac{(\text{像高}) - f \theta}{f \theta} \times 100 (\%) \quad \cdots (8)$$

### C-2. 第 2 実施例

第 2 実施例にかかる光ビーム走査装置は、第 4 図に示すように構成されるとともに、その光学系は第 2 表に示すデータにしたがって構成される。

(以下余白)

第 2 表

#### 第一結像光学系

		$d_0 = 6.867$	
$r_{x1} = -18.487$	$r_{y1} = \infty$	$d_1 = 2.56$	$n_1 = 1.49282$
$r_{x2} = -4.842$	$r_{y2} = \infty$	$d_2 = 83.328$	
コーニック係数: $k = -0.888$			
$r_{x3} = 818.949$	$r_{y3} = 818.949$	$d_3 = 1.5$	$n_2 = 1.60909$
$r_{x4} = 27.728$	$r_{y4} = 27.728$	$d_4 = 4.0$	$n_3 = 1.58251$
$r_{x5} = -60.884$	$r_{y5} = -60.884$	$d_5 = 94.855$	

#### 偏向面 (鏡面)

$r_{x6} = \infty$	$r_{y6} = \infty$	$d_6 = 50$
-------------------	-------------------	------------

#### 走査レンズ

$r_{x7} = -70.851$	$r_{y7} = -70.851$	$d_7 = 16.074$	$n_4 = 1.62496$
$r_{x8} = -62.581$	$r_{y8} = -62.581$	$d_8 = 7.688$	
$r_{x9} = -83.598$	$r_{y9} = -83.598$	$d_9 = 5.0$	$n_5 = 1.62496$
$r_{x10} = 878.014$	$r_{y10} = 878.014$	$d_{10} = 15.782$	$n_6 = 1.60964$
$r_{x11} = -107.673$	$r_{y11} = -107.673$	$d_{11} = 0.5$	
$r_{x12} = -1245.193$	$r_{y12} = -1245.193$	$d_{12} = 18.019$	$n_7 = 1.62496$
$r_{x13} = -148.872$	$r_{y13} = -148.872$	$d_{13} = 877.959$	

#### アナモルフィックレンズ

$r_{x14} = \infty$	$r_{y14} = 2822.678$	$d_{14} = 5.0$	$n_8 = 1.48577$
$r_{x15} = -47.504$	$r_{y15} = 2817.678$	$d_{15} = 118.872$	

なお、光源側から数えて 2 番目のレンズ面は、第 1 実施例と同様に、(8) 式で示される非球面であり、コーニック係数  $k$  が "-0.888" となるように仕上げられている。

また、光源側開口数、被走査面側開口数、走査幅および走査面角についても第 1 実施例と同一である。

第 8 A 図および第 8 B 図はそれぞれ走査方向  $y$ 、方向  $x$  の横収差を示す横収差図であり、第 9 図は非点収差図であり、また第 10 図は  $f \theta$  特性を示す図である。

### C-3. 第 3 実施例

第 3 実施例にかかる光ビーム走査装置は、第 1 図に示すように構成されるとともに、その光学系は第 3 表に示すデータにしたがって構成される。

(以下余白)

第 3 表

#### 第一結像光学系

		$d_0 = 25.029$	
$r_{x1} = 51.938$	$r_{y1} = \infty$	$d_1 = 9.6$	$n_1 = 1.49282$
$r_{x2} = -19.945$	$r_{y2} = \infty$	$d_2 = 60.449$	
コーニック係数: $k = -1.512$			
$r_{x3} = 818.949$	$r_{y3} = 818.949$	$d_3 = 1.5$	$n_2 = 1.60909$
$r_{x4} = 27.728$	$r_{y4} = 27.728$	$d_4 = 4.0$	$n_3 = 1.58251$
$r_{x5} = -60.884$	$r_{y5} = -60.884$	$d_5 = 94.855$	

#### 偏向面 (鏡面)

$r_{x6} = \infty$	$r_{y6} = \infty$	$d_6 = 50$
-------------------	-------------------	------------

#### 走査レンズ

$r_{x7} = -70.851$	$r_{y7} = -70.851$	$d_7 = 16.074$	$n_4 = 1.62496$
$r_{x8} = -62.581$	$r_{y8} = -62.581$	$d_8 = 7.688$	
$r_{x9} = -83.598$	$r_{y9} = -83.598$	$d_9 = 5.0$	$n_5 = 1.62496$
$r_{x10} = 878.014$	$r_{y10} = 878.014$	$d_{10} = 15.782$	$n_6 = 1.60964$
$r_{x11} = -107.673$	$r_{y11} = -107.673$	$d_{11} = 0.5$	
$r_{x12} = -1245.193$	$r_{y12} = -1245.193$	$d_{12} = 18.019$	$n_7 = 1.62496$
$r_{x13} = -148.872$	$r_{y13} = -148.872$	$d_{13} = 204.498$	

#### アナモルフィックレンズ

$r_{x14} = 80.0$	$r_{y14} = -658.048$	$d_{14} = 5.0$	$n_8 = 1.48577$
$r_{x15} = \infty$	$r_{y15} = -681.048$	$d_{15} = 293.872$	

## 第4表

なお、光源側から数えて2目のレンズ面は(2)式で示される非球面であり、コーニック係数 $k$ が $-1.512$ となるように仕上げられている。

また、光源側開口数、被走査面側開口数、走査幅および走査面角については第1実施例と同一である。

第11A図および第11B図はそれぞれ走査方向 $y$ 、方向 $x$ の横収差を示す横収差図であり、第12図は非点収差図であり、また第13図は $f\theta$ 特性を示す図である。

## C-4. 第4実施例

第4実施例にかかる光ビーム走査装置は、第4図に示すように構成されるとともに、その光学系は第4表に示すデータにしたがって構成される。

(以下余白)

## 第一軸 光学系

$r_{x1} = 22.380$	$r_{y1} = \infty$	$d_0 = 22.579$	
$r_{x2} = -24.562$	$r_{y2} = \infty$	$d_1 = 9.8$	$n_1 = 1.49282$
コーニック係数: $k = -7.508$		$d_2 = 82.889$	
$r_{x3} = 318.949$	$r_{y3} = 318.949$	$d_3 = 1.5$	$n_2 = 1.80909$
$r_{x4} = 27.723$	$r_{y4} = 27.723$	$d_4 = 4.0$	$n_3 = 1.58251$
$r_{x5} = -80.864$	$r_{y5} = -80.864$	$d_5 = 94.855$	

## 偏向面(鏡面)

$r_{x6} = \infty$	$r_{y6} = \infty$	$d_6 = 50$
-------------------	-------------------	------------

## 走査レンズ

$r_{x7} = -70.851$	$r_{y7} = -70.851$	$d_7 = 15.074$	$n_4 = 1.82496$
$r_{x8} = -82.561$	$r_{y8} = -82.561$	$d_8 = 7.668$	
$r_{x9} = -83.598$	$r_{y9} = -83.598$	$d_9 = 5.0$	$n_5 = 1.82496$
$r_{x10} = 978.014$	$r_{y10} = 978.014$	$d_{10} = 15.782$	$n_6 = 1.68964$
$r_{x11} = -107.673$	$r_{y11} = -107.673$	$d_{11} = 0.5$	
$r_{x12} = -1245.193$	$r_{y12} = -1245.193$	$d_{12} = 13.019$	$n_7 = 1.82496$
$r_{x13} = -146.872$	$r_{y13} = -146.872$	$d_{13} = 219.362$	

## アナモルフィックレンズ

$r_{x14} = \infty$	$r_{y14} = 444.025$	$d_{14} = 5.0$	$n_8 = 1.48577$
$r_{x15} = -80.0$	$r_{y15} = 439.025$	$d_{15} = 275.712$	

なお、光源側から数えて2番目のレンズ面は(2)式で示される非球面であり、コーニック係数 $k$ が $-7.508$ となるように仕上げられている。

また、光源側開口数、被走査面側開口数、走査幅および走査面角については第1実施例と同一である。

第14A図および第14B図はそれぞれ走査方向 $y$ 、方向 $x$ の横収差を示す横収差図であり、第15図は非点収差図であり、また第16図は $f\theta$ 特性を示す図である。

## C-5. 第1ないし第4実施例の効果

第6図、第9図、第12図および第15図から、いずれの実施例によっても、像面湾曲が小さいことがわかる。

また、第1表ないし第4表の各間隔 $d_{15}$ の値(=アナモルフィックレンズ10と被走査面3との距離)からわかるように、アナモルフィックレンズ10を被走査面3から比較的離れた位置に配設したとしても、像面湾曲を低く抑えることができる。したがって、アナモルフィックレンズ10

を小型化することができる。

## (発明の効果)

以上のように、この発明によれば、光源からの光ビームが回転多面鏡の回転軸方向にのみ集光されてその反射面上で結像される一方、その回転多面鏡によって反射偏向された光ビームが走査レンズおよびアナモルフィックレンズを介して被走査面を走査するように構成されているので、回転多面鏡の反射面と被走査面とが回転多面鏡の回転軸方向に対して光学的に共役となり、面倒れを補正することができる。

また、アナモルフィックレンズの一方面は、次式

$$Z = \frac{c_x \cdot X^2 + c_y \cdot Y^2}{1 + \sqrt{1 - c_x^2 \cdot X^2 - c_y^2 \cdot Y^2}}$$

で表され、しかも曲率半径 $r_y$ と曲率半径 $r_x$ とが相互に異符号であるため、アナモルフィックレンズの一方面における光軸方向と走査方向とに対して垂直な方向の曲率半径が、光軸からレンズ両

端（走査方向）に進むにしたがって大きくなる。  
また、アナモルフィックレンズの他方面が走査面内でシリンジカル面に湾曲されているため、光軸方向と走査方向とに対して垂直な方向の屈折力が、光軸からレンズ両端（走査方向）に進むにしたがって小さくなり、像面湾曲を補正することができる。

さらに、アナモルフィックレンズは上記のように仕上げられているので、そのアナモルフィックレンズを前記被走査面から比較的離れた位置に配置することができ、アナモルフィックレンズを小型化することができる。

#### 4. 図面の簡単な説明

第1図はこの発明にかかる光ビーム走査装置の一実施例を示す構成図であり、

第2A図および第2B図はそれぞれ第1図に示す光ビーム走査装置の光学系の構成を示す構成図であり、

第3A図はこの光学系の構成要素たるアナモルフィックレンズを示す斜視図であり、

り、

第13図は第3実施例における $f\theta$ 特性を示す図であり、

第14A図および第14B図はそれぞれ第4実施例における走査方向 $y$ 、走査方向 $y$ に対して垂直な方向 $x$ の横収差を示す横収差図であり、

第15図は第4実施例における非点収差図であり、

第16図は第4実施例における $f\theta$ 特性を示す図であり、

第17図ないし第20図はそれぞれ従来の光ビーム走査装置を示す図である。

- |                 |        |
|-----------------|--------|
| 1…回転多面鏡、        | 1a…鏡面、 |
| 2…走査レンズ、        |        |
| 10…アナモルフィックレンズ、 |        |
| 10a, 10b…面、     | LS…光源  |

第3B図ないし第3D図はそれぞれ第3A図に示すレンズを説明するための説明斜視図であり、

第4図はこの発明にかかる光ビーム走査装置の他の実施例を示す構成図であり、

第5A図および第5B図はそれぞれ第1実施例における走査方向 $y$ 、方向 $x$ の横収差を示す横収差図であり、

第6図は第1実施例における非点収差図であり、

第7図は第1実施例における $f\theta$ 特性を示す図であり、

第8A図および第8B図はそれぞれ第2実施例における走査方向 $y$ 、走査方向 $y$ に対して垂直な方向 $x$ の横収差を示す横収差図であり、

第9図は第2実施例における非点収差図であり、

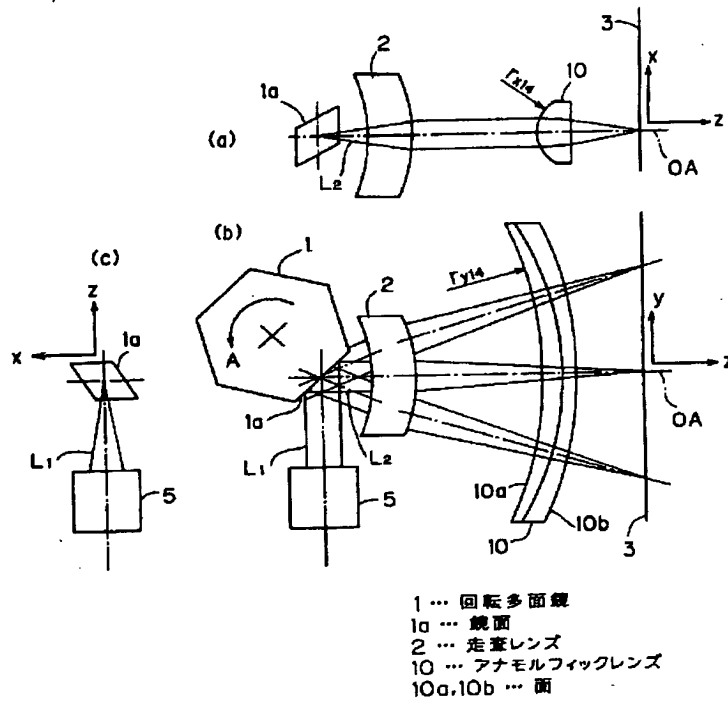
第10図は第2実施例における $f\theta$ 特性を示す図であり、

第11A図および第11B図はそれぞれ第3実施例における走査方向 $y$ 、走査方向 $y$ に対して垂直な方向 $x$ の横収差を示す横収差図であり、

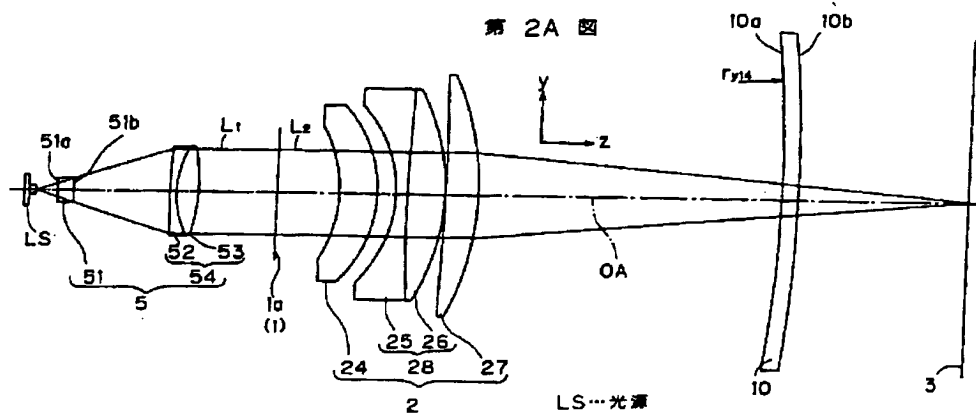
第12図は第3実施例における非点収差図であ

代理人 弁理士 吉田茂明  
弁理士 吉竹英俊  
弁理士 有田貴弘

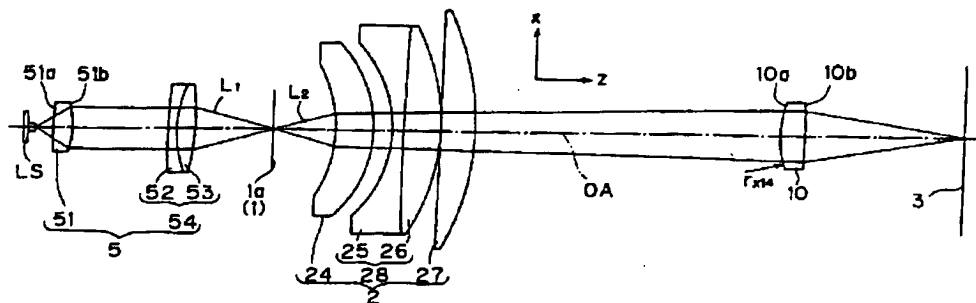
第 1 図



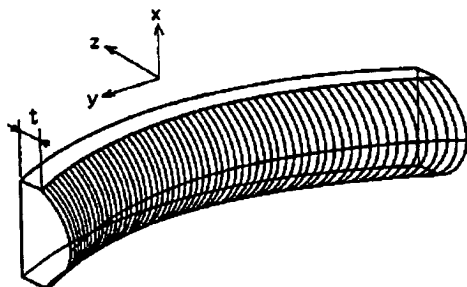
第 2A 図



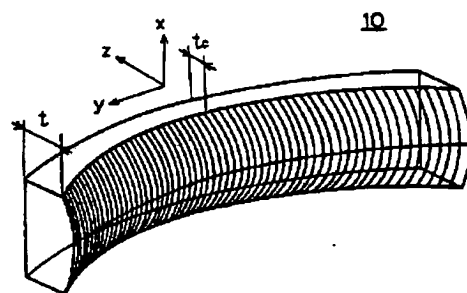
第 2B 図



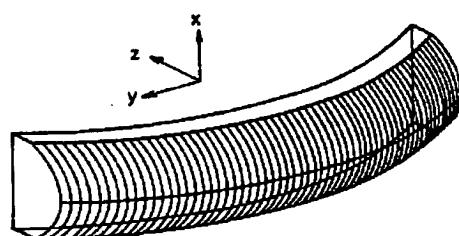
第 3C 図



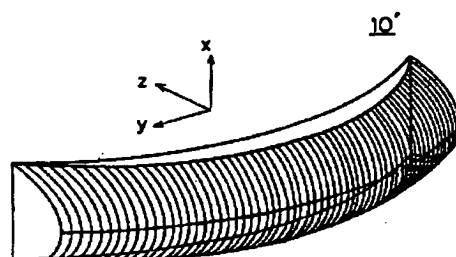
第 3A 図



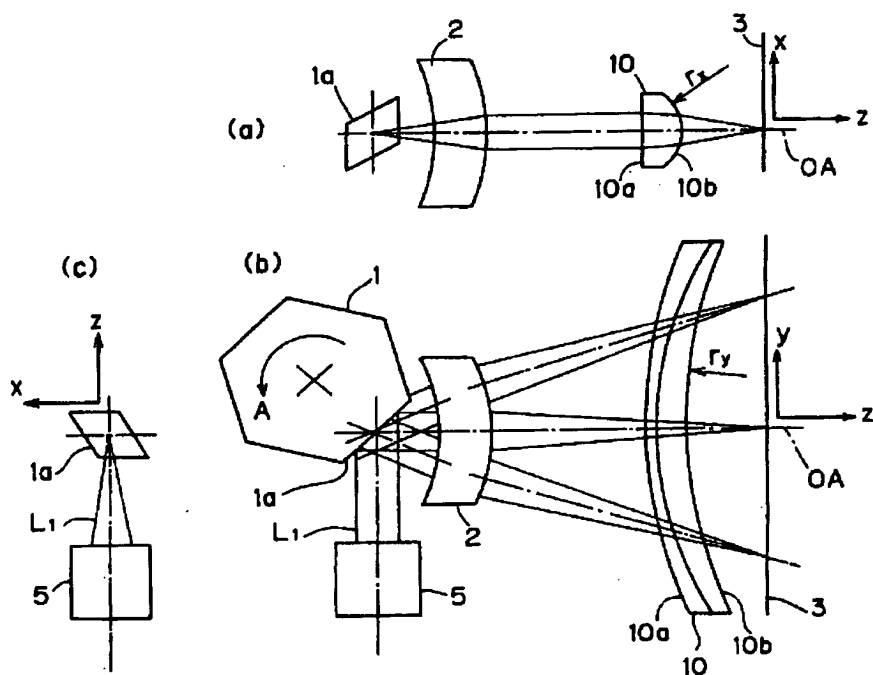
第 3D 図



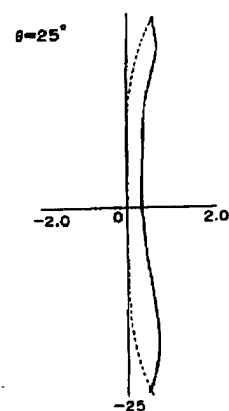
第 3B 図



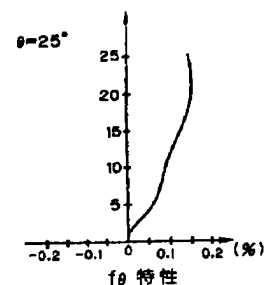
第 4 図



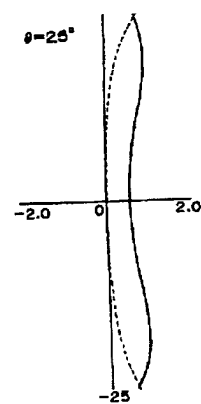
第 6 図



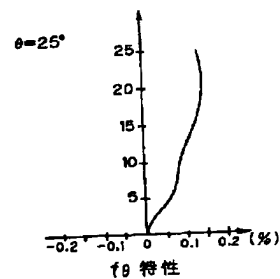
第 7 図



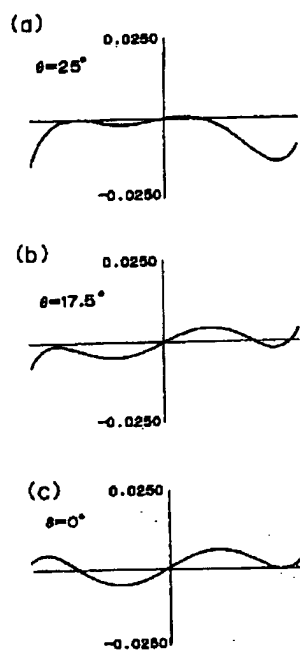
第 9 図



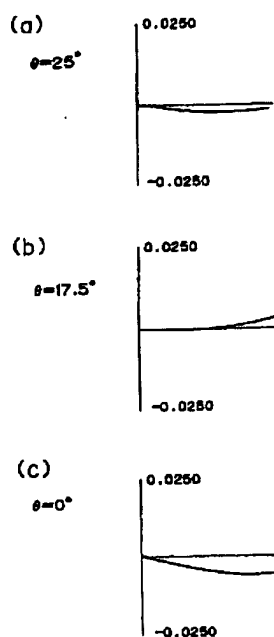
第 10 図



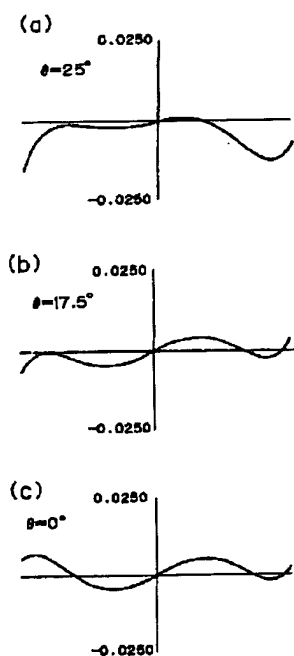
第 5A 図



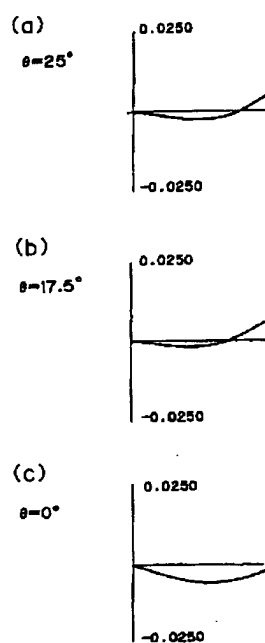
第 5B 図



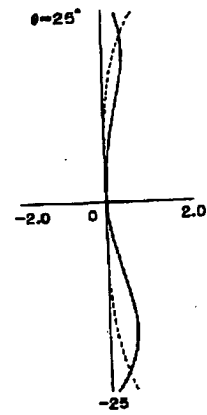
第 8A 図



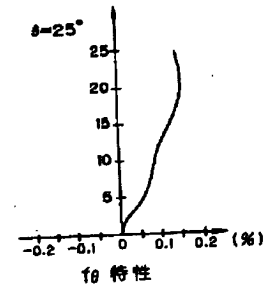
第 8B 図



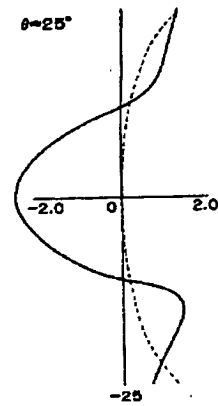
第 12 圖



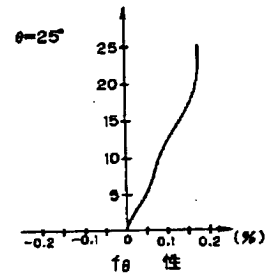
第 13 圖



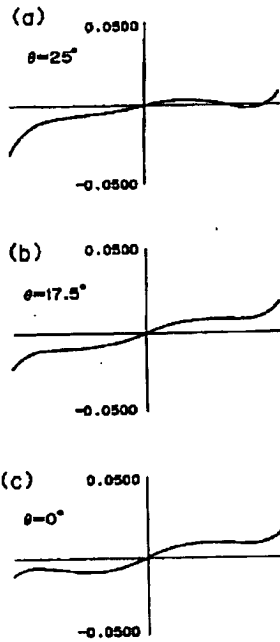
第 15 圖



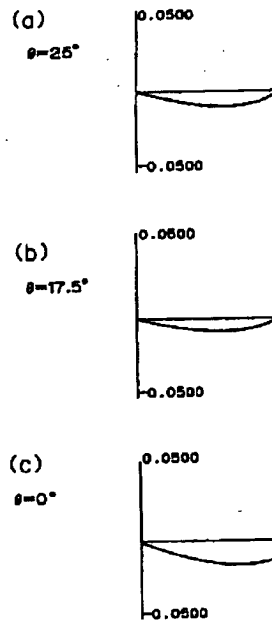
第 16 圖



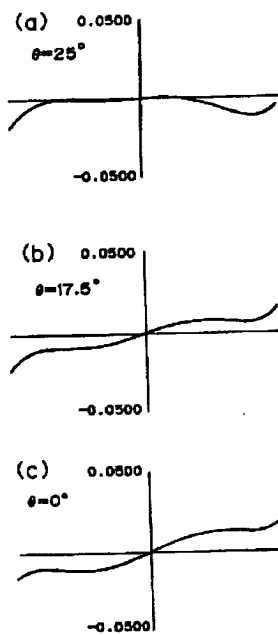
第 11A 圖



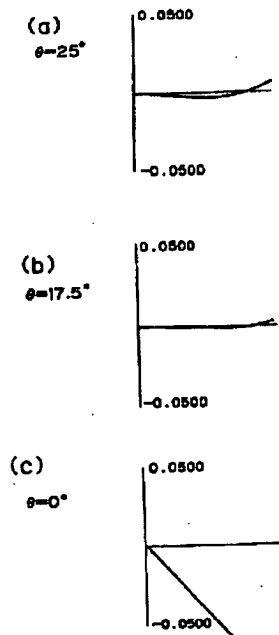
第 11B 圖



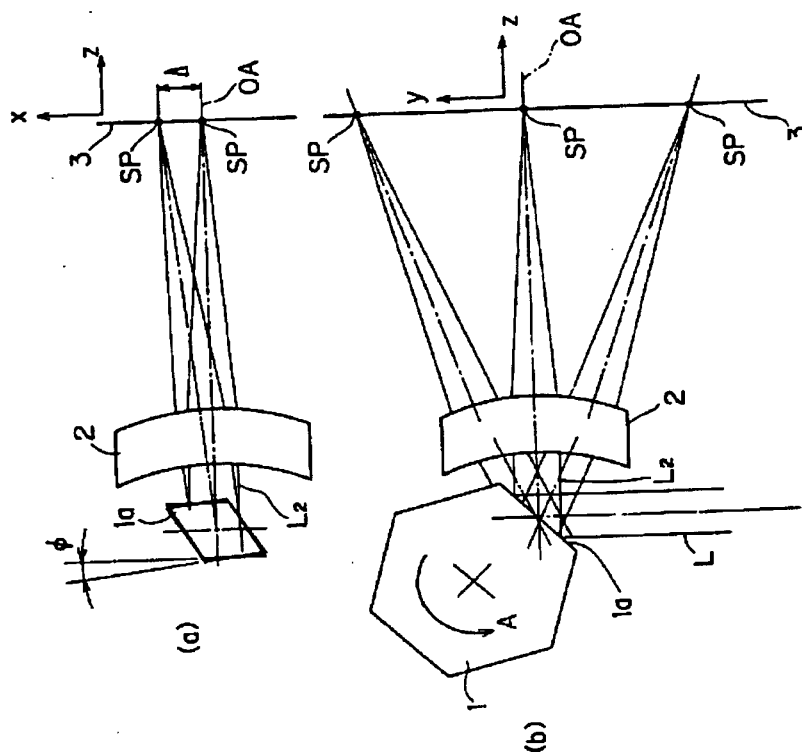
第 14A 圖



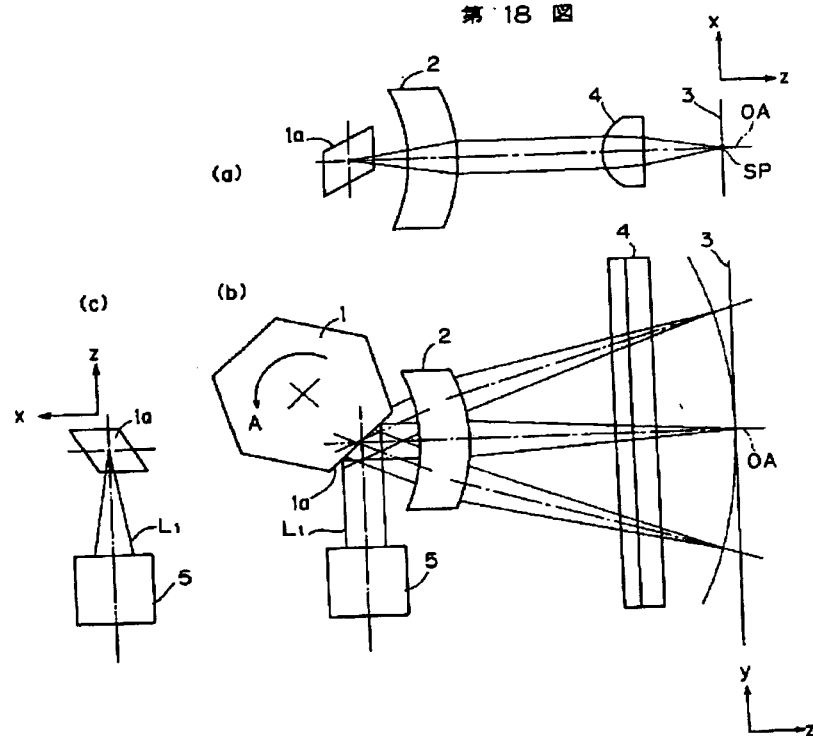
第 14B 圖



第 17 圖

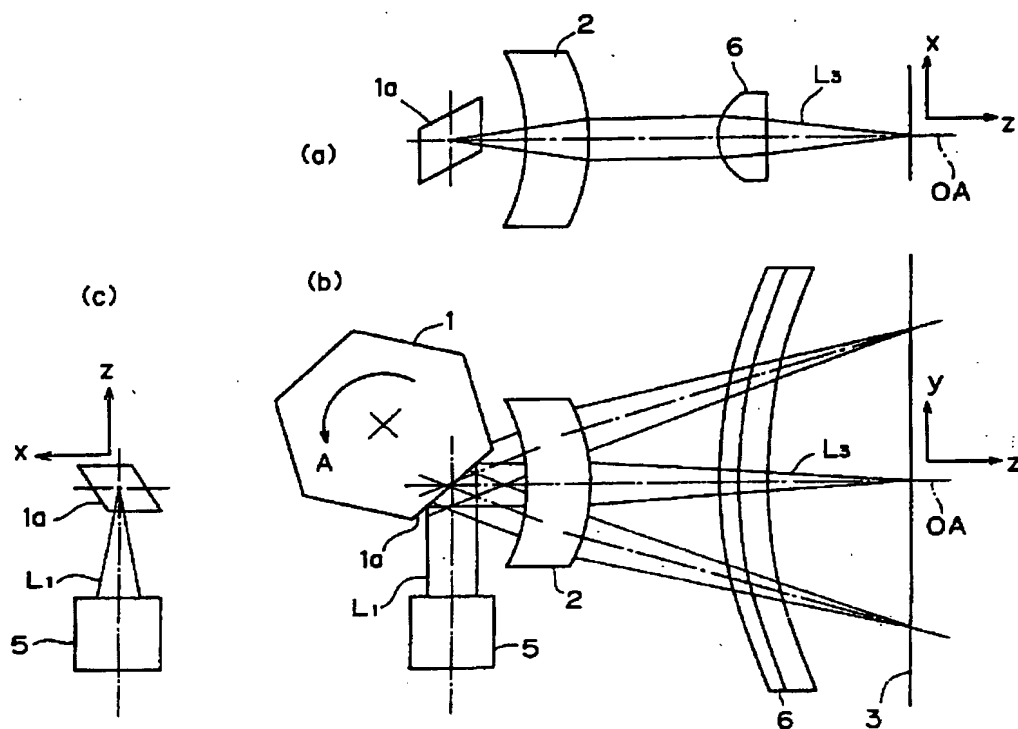


第 18 圖

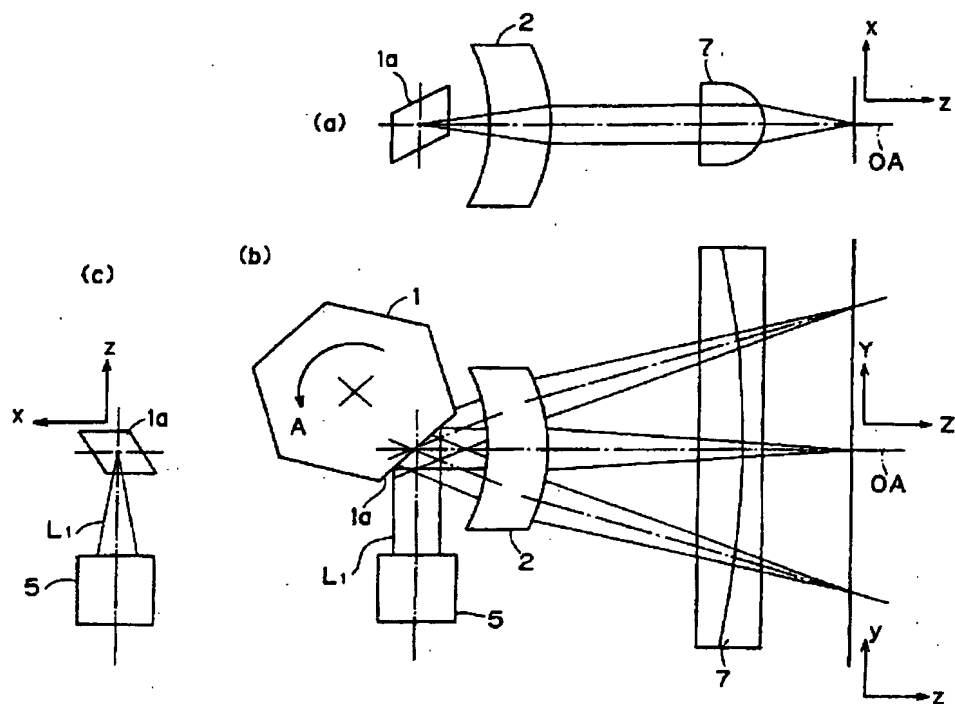




第 19 圖



第 20 圖



## 手続補正書 (自発)



平成2年4月20日

特許庁長官殿

## 1. 事件の表示

平成2年特許願第49916号

## 2. 発明の名称

光ビーム走査装置

## 3. 補正をする者

事件との関係 特許出願人

住所 京都市上京区堀川通寺之内上る4丁目  
天神北町1番地の1

名称 大日本スクリーン製造株式会社

代表者 石田 明

## 4. 代理人

住所 〒542

大阪府中央区島之内1丁目21番22号  
共通ビル5階 電話(06)243-5110

氏名 弁理士(8923) 吉田 茂明

## 5. 補正命令の日付

自発補正

## 6. 補正の対象

明細書の「発明の詳細な説明の欄」および図面の第20図

## 7. 補正の内容

(1) 明細書第10頁第13行ないし第16行の「コマ収差や…小型となる。」を、「アナモルフィックレンズを被走査面から比較的離れた位置に配置することができ、像面湾曲が小さい状態でアナモルフィックレンズが小型化出来る。」に訂正する。

(2) 明細書第12頁第20行の「ともに無限大、すなわち平面に」を、「ともに無限大に」に訂正する。

(3) 明細書第18頁第5行の「走査面の像面湾曲により」を、「走査方向の像面が」に訂正する。

(4) 図面の第20図を別紙の通り補正する。

以上

第20図

